



<p>(51) 国際特許分類6 H01J 61/44</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO98/40908</p> <p>(43) 国際公開日 1998年9月17日(17.09.98)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/00942</p> <p>(22) 国際出願日 1998年3月6日(06.03.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平9/54531 1997年3月10日(10.03.97)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.)(JP/JP) 〒571-0050 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 橋本健次郎(HASHIMOTO, Kenjiro)(JP/JP) 〒535-0001 大阪府大阪市旭区太子橋3-14-17 Osaka, (JP) 矢野 正(YANO, Tadashi)(JP/JP) 〒619-0223 京都府相楽郡木津町相楽台8-6-24-A202 Kyoto, (JP) 清水正則(SHIMIZU, Masanori)(JP/JP) 〒610-0311 京都府京田辺市草内鐘鉦割42-1-738 Kyoto, (JP) 坂本正悦(SAKAMOTO, Syouetsu)(JP/JP) 〒573-0084 大阪府枚方市香里ヶ丘12-24-20 Osaka, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 弁理士 松田正道(MATSUDA, Masamichi) 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原5丁目1番3号 新大阪生島ビル Osaka, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CA, CN, JP, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書 請求の範囲の補正の期限前であり、補正書受領の際には再公開される。</p>
<p>(54) Title: <b>FLUORESCENT LAMP</b></p> <p>(54) 発明の名称 蛍光ランプ</p> <div data-bbox="388 1190 1195 1734"> </div> <p>(57) Abstract A fluorescent lamp which emits light mainly by a green phosphor whose emission peak wavelength is in the range of 530-560 nm and a red phosphor whose emission peak wavelength is in the range of 600-630 nm, characterized in that the Munsell hues of four test colors, No. 9, No. 10, No. 11 and No. 12 for special color rendering index calculation which are prescribed in CIE Publication No. 13.3 published by the Commission Internationale de l'Eclairage can be recognized as red, yellow, green and blue-violet respectively when illuminated by the fluorescent lamp.</p>		

(57) 要約

発光ピーク波長が530nm～560nmにある緑色蛍光体と、600nm～630nmにある赤色  
 蛍光体とによって主たる発光を得る蛍光ランプであって、前記蛍光ランプ光下で  
 国際照明委員会出版物C I E Publication No. 13.3 に規定されている特殊演色評  
 価数計算用No. 9、No. 10、No. 11、No. 12の4試験色のマンセル色相が、それぞれ、  
 赤、黄、緑、青紫に知覚できることを特徴とした蛍光ランプ。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GB	英国	MC	モナコ	TD	チャド
AZ	アゼルバイジャン	GE	グルジア	MD	モルドバ	TG	トーゴ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GH	ガナ	MG	マダガスカル	TJ	タジキスタン
BB	バルバドス	GM	ギニア	MK	マケドニア共和国	TM	トルクメニスタン
BE	ベルギー	GN	ギニア・ビサウ			TR	トルコ
BF	ブルキナ・ファソ	GW	ギニア・ビサウ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MW	マラウイ	US	米国
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CA	カナダ	IL	イスラエル	NE	ニジェール	VN	ベトナム
CC	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CG	コンゴ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CH	スイス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CI	コートジボワール	KR	韓国	PL	ポーランド		
CC	カメルーン	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
CM	コンゴ	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
CN	中国	LA	ラオス	RU	ロシア		
CC	キューバ	LC	セント・ルシア	SD	スーダン		
CC	キューバ	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール		
CZ	チェコ	LK	スリランカ	SK	スロバキア		
DE	ドイツ	LS	レソト	SL	シエラレオネ		
DK	デンマーク						
EE	エストニア						
ES	スペイン						

## 明 細 書

## 蛍光ランプ

## 技術分野

本発明は、演色性が低いランプ効率の高い蛍光ランプに関する。

## 背景技術

発光管内の放電現象を利用した放電ランプには、高輝度放電ランプと蛍光ランプがある。高輝度放電ランプは、ランプ効率が高く明るく、寿命も長いので経済性に優れたランプである。そのため、高輝度放電ランプは、大規模空間の大きな明るさが求められる屋外照明などに広く使用されている。

この高輝度放電ランプのうち、最もランプ効率の高いランプが低圧ナトリウムランプである。したがって、低圧ナトリウムランプは、経済性が重視される場所、特に、トンネル内の照明に使用されている。しかしながら、低圧ナトリウムランプは、ナトリウム蒸気中の放電を利用したランプであり、590nm付近のオレンジエローの単色光を発光する。そのため、低圧ナトリウムランプで照明された物体は、ほとんど色の識別はできない。

このように、低圧ナトリウムランプは、単色光を発光するため、トンネル内においても、路面にかかれた車線の色が白色か黄色かを識別しにくく、車線変更の可否がわかりにくいとか、ほとんどの物体が無彩色に見えて違和感を感じる等の問題点があった。

一方、放電ランプのうち、蛍光ランプは、他のランプにくらべて、簡単に点灯ができる、演色性に優れる、寿命が長い、光色が豊富である等の多くのメリット

を有するため、広い分野で大量に使用されている。

この蛍光ランプのうち、最近では、特に、3波長域発光形蛍光ランプが広く使用されている。この3波長域発光形蛍光ランプは、人間の眼が色をよく感じる約450nmの青、約540nmの緑、約610nmの赤の3波長域に光を集中させて発光させるため、明るさを損なわずに高演色性を有する蛍光ランプである。

このように、3波長域発光形蛍光ランプが広く使用されるに従い、3波長域発光形蛍光ランプに使用されている3つの狭帯域発光形蛍光体は、改良に改良を重ねられた。そのため、この蛍光体は他の蛍光体に比べて、量子効率が高い等の優れた特性をもつ。3色の狭帯域発光形蛍光体のうち、特に、 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ の化学式で表される緑色蛍光体を用いた緑色単色蛍光ランプのランプ効率は高周波点灯で約140 lm/Wとなり、照明器具の点灯回路効率を含んだ総合効率は約130 lm/Wとなる。これは現在の蛍光ランプの中で最も総合効率の高い蛍光ランプである。このように蛍光ランプでも高効率なものを実現できる可能性が出てきた。

#### 発明の開示

そこで、本発明は、低圧ナトリウムランプの効率と同等又はそれ以上で、且つ最低限度の色識別可能な蛍光ランプを提供することを目的とする。

請求項1の本発明は、発光ピーク波長が530nm～560nmにある緑色蛍光体と、600nm～630nmにある赤色蛍光体とによって主たる発光を得る蛍光ランプであって、前記蛍光ランプ光下で国際照明委員会出版物CIE Publication No. 13.3に規定されている特殊演色評価数計算用No. 9、No. 10、No. 11、No. 12の4試験色のマンセル色相が、それぞれ、赤、黄、緑、青紫に知覚できることを特徴とした蛍光ラン

プである。

請求項2の本発明は、前記蛍光ランプの相関色温度は3200K～4500Kであり、その光色の色度点はCIE 1960 uv 色度図上で黒体軌跡からの色度偏差が0.015～0.045であることを特徴とした請求項1記載の蛍光ランプである。

請求項3の本発明は、前記緑色蛍光体とは、テルビウム、または、テルビウム・セリウム、または、テルビウム・ガドリニウム・セリウムを、付活した希土類蛍光体であり、前記赤色蛍光体とは、ユーロピウムを付活した希土類蛍光体である請求項2記載の蛍光ランプである。

請求項4の本発明は、前記蛍光体に占める前記緑色蛍光体と前記赤色蛍光体との重量%比が、70:30～50:50である請求項3記載の蛍光ランプである。

請求項5の本発明は、前記蛍光ランプの用途が屋外照明用であることを特徴とした請求項1から4のいずれかに記載の蛍光ランプである。

請求項6の本発明は、前記蛍光ランプの用途が道路照明用及びトンネル照明用であることを特徴とした請求項1から4のいずれかに記載の蛍光ランプである。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施例の蛍光ランプの相対分光分布図である。

図2は、本発明の色彩特性の評価方法図である。

図3は、本発明の基本概念となるマンセル色相の分割図である。

図4は、色度偏差SPを示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

まず、はじめに、総合効率が高く、かつ、演色性が低い、例えば最低限度の演

色性を有する蛍光ランプを開発するための考え方を説明する。

蛍光ランプの総合効率を高くする、すなわち、ランプ効率を高くするためには、発光効率が高い蛍光体を使用することが有効である。

したがって、前述した通り、現在最も効率が高く3波長域発光形蛍光ランプで使用されている $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ 等の化学式で表される緑色蛍光体を少なくとも使用することが有効である。

次に、効果的に最低限度の演色性を有するためには、さらに他のどの蛍光体までの程度も一縷かが問題である。

そもそも蛍光ランプは、管内に放電された電子によって水銀が輝線を発し、その輝線によって励起された蛍光体が発光する。

したがって、蛍光ランプから発光される光は、蛍光体が発光した光と可視水銀輝線の光の混光である。可視水銀輝線は、特に、405nm, 436nm等の短波長域での発光が多く、蛍光ランプに含まれる可視水銀輝線量は約5lm/Wと言われている。

したがって、蛍光ランプは元来幾分かの青色発光を持つ。さらに、青色発光は少量で演色性を向上すること、青色蛍光体の発光効率は緑色、赤色蛍光体の発光効率に対して良くないこと、そして、危険を示す表示には赤色系の文字や絵が使用されていること等から、青色蛍光体を使用しないことが望ましい。

以上のことから、赤色蛍光体と、緑色蛍光体とを調合する事が望ましいことがわかる。

なお、赤色蛍光体は、3波長域発光形蛍光ランプで実証されているように、人間が効率よく色をよく感じる約610nmの波長を中心にして、600nm～630nmに発光ピークをもつ発光効率の良い蛍光体が良い。

さらに、その最低限度の演色性を有するためには緑色蛍光体と赤色蛍光体の調

合比率をどのようにしたらいいかという問題がある。

その最適な調合比率を求めるための色彩計算法は次のようにして決定した。

すなわち、少なくとも基本的な色に関しては、物体の本来の色としてほぼ知覚できることである。その色知覚については人間の目の色順応状態をこうりよすること。また、物体の本来の色とは日常よく見ている標準光下での色であること。

さらに、物体の色知覚では色相が最も重要であること等を考慮した。

以上の点から、基本的な色として、国際照明委員会出版物C I E Publication No. 13. 3の特殊演色評価用試験色のNo. 9, No. 10, No. 11, No. 12を使用した。

これらの試験色は、日本国内において、さらには、世界各国においても、光源の演色性を評価するために選定された高彩度の4試験色である。4試験色の分光放射輝度率を(表1)に示す。

C I E 13. 2-1974 のNo. 9～No. 12の4試験色の分光放射輝度率

【表 1】

波長 $\lambda$ (nm)	試験色				波長 $\lambda$ (nm)	試験色			
	NO. 9	NO. 10	NO. 11	NO. 12		NO. 9	NO. 10	NO. 11	NO. 12
380	0.066	0.050	0.111	0.120	580	0.060	0.701	0.125	0.017
385	0.062	0.054	0.121	0.103	585	0.076	0.704	0.114	0.017
390	0.058	0.059	0.127	0.090	590	0.102	0.705	0.106	0.016
395	0.055	0.063	0.129	0.082	595	0.136	0.705	0.100	0.016
400	0.052	0.066	0.127	0.076	600	0.190	0.706	0.096	0.016
405	0.052	0.067	0.121	0.068	605	0.256	0.707	0.092	0.016
410	0.051	0.068	0.116	0.064	610	0.336	0.707	0.090	0.016
415	0.050	0.069	0.112	0.065	615	0.418	0.707	0.087	0.016
420	0.050	0.069	0.108	0.075	620	0.505	0.708	0.085	0.016
425	0.049	0.070	0.105	0.093	625	0.581	0.708	0.082	0.016
430	0.048	0.072	0.104	0.123	630	0.641	0.710	0.080	0.018
435	0.047	0.073	0.104	0.160	635	0.682	0.711	0.079	0.018
440	0.046	0.076	0.105	0.207	640	0.717	0.712	0.078	0.018
445	0.044	0.078	0.106	0.256	645	0.740	0.714	0.078	0.018
450	0.042	0.083	0.110	0.300	650	0.758	0.716	0.078	0.019
455	0.041	0.088	0.115	0.331	655	0.770	0.718	0.078	0.020
460	0.038	0.095	0.123	0.346	660	0.781	0.720	0.081	0.023
465	0.035	0.103	0.134	0.347	665	0.790	0.722	0.083	0.024
470	0.033	0.113	0.148	0.341	670	0.797	0.725	0.088	0.026
475	0.031	0.125	0.167	0.328	675	0.803	0.729	0.093	0.030
480	0.030	0.142	0.192	0.307	680	0.809	0.731	0.102	0.035
485	0.029	0.162	0.219	0.282	685	0.814	0.735	0.112	0.043
490	0.028	0.189	0.252	0.257	690	0.819	0.739	0.125	0.056
495	0.028	0.219	0.291	0.230	695	0.824	0.742	0.141	0.074
500	0.028	0.262	0.325	0.204	700	0.828	0.746	0.161	0.097
505	0.029	0.305	0.347	0.178	705	0.830	0.748	0.182	0.128
510	0.030	0.365	0.356	0.154	710	0.831	0.749	0.203	0.166
515	0.030	0.416	0.353	0.129	715	0.833	0.751	0.223	0.210
520	0.031	0.465	0.346	0.109	720	0.835	0.753	0.242	0.257
525	0.031	0.509	0.333	0.090	725	0.836	0.754	0.257	0.305
530	0.032	0.546	0.314	0.075	730	0.836	0.755	0.270	0.354
535	0.032	0.581	0.294	0.062	735	0.837	0.755	0.282	0.401
540	0.033	0.610	0.271	0.051	740	0.838	0.755	0.292	0.446
545	0.034	0.634	0.248	0.041	745	0.839	0.755	0.302	0.485
550	0.035	0.653	0.227	0.035	750	0.839	0.756	0.310	0.520
555	0.037	0.666	0.206	0.029	755	0.839	0.757	0.314	0.551
560	0.041	0.678	0.188	0.025	760	0.839	0.758	0.317	0.577
565	0.044	0.687	0.170	0.022	765	0.839	0.759	0.323	0.599
570	0.048	0.693	0.153	0.019	770	0.839	0.759	0.330	0.618
575	0.052	0.698	0.138	0.017	775	0.839	0.759	0.334	0.633
					780	0.839	0.759	0.338	0.645



また、上述した色順応状態の予測には、C I E 109-1994のC I E 色順応式を用い、上述した標準光には標準の光Cを用いた。また上述した物体の色知覚に用いる色相にはマンセル表色系のマンセル色相を使用した。

ここで、マンセル表色系、及び、マンセル色相について簡単に説明する。

マンセル表色系とは、米国の画家A. H. Munsellが提唱し、色をマンセル色相、マンセル明度、マンセル彩度の3属性に分類して配列した表示系である。

このうち、マンセル色相は、R, Y, G, B, Pの5つの基本色相のそれぞれの間にYR, GY, BG, PB, RPを加えた10色相を等間隔に環形に並べ、さらにそれぞれ隣あった色相の間を10等分して、心理的に等しい色相の差をもった合計100種類を目盛りをもつ。

まず、色彩計算に先立って、その色彩計算のベースとなるランプの分光分布を与えるために、40W直管の単色蛍光ランプを作製した。緑色単色 蛍光ランプは3波長域発光形蛍光ランプで実績のある $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ の化学式で表される蛍光体を用いた。赤色単色蛍光ランプも同様に3波長域発光形蛍光ランプで実績のある $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ の化学式で表される蛍光体を用いた。

次に、この緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの分光分布と全光束を測定した。

この分光分布を基にして、混光計算により両蛍光ランプの光束比率を変化させて、種々の混光照明光の分光分布を算出した。

この算出され各照明光の分光分布を用いて、前記色彩計算の一例であるところの図2に示した計算方法によって、最低限度の演色性を有する蛍光ランプの特性を検討した。

まず、照明光の分光分布と、4試験色の分光放射輝度率と、C I E 2° 視野等

色関数とを入力する。

(1)そして、上述したようにして算出された各照明光の分光分布と、(表1)に示された国際照明委員会出版物CIE Publication No.13.3の4試験色の分光放射輝度率と、CIE2度視野等色関数とからCIE XYZの3刺激値を算出する。

(2)標準の光C光を基準光とし、各照明光、基準光の照度をそれぞれの1000lx、背景の反射率を20%とした、標準条件で、CIE色順応式を用いて、C光の対応色をxyY値で求める。

(3)次に、標準の光C光下でのxyY値をマンセル値(HV/C)に変換する。

なお、各照明光下での4試験色のマンセル値(HV/C)を各試験色ごとに(表2)に示す。

【表 2】

試験色 No. 11

照明光	光束比 緑 (G), 赤 (R)	マンセル 色相 H	マンセル 明度 V	マンセル 彩度 C
No.1	G:R=10:0	4.8G	5.3	3.5
No.2	G:R=9:1	7.3G	5.1	4.7
No.3	G:R=8:2	8.8G	5	5.7
No.4	G:R=7:3	9.8G	4.9	6.6
No.5	G:R=6:4	0.6BG	4.8	7.2
No.6	G:R=5:5	1.2BG	4.6	7.7
No.7	G:R=4:6	1.8BG	4.5	7.9
No.8	G:R=3:7	2.4BG	4.4	7.9
No.9	G:R=2:8	3.0BG	4.2	7.5
No.10	G:R=1:9	4.0BG	4.1	6.7
No.11	G:R=0:10	5.5BG	3.9	5.6
標準の光C				
		4.8G	5	7.8

試験色 No. 12

照明光	光束比 緑 (G), 赤 (R)	マンセル 色相 H	マンセル 明度 V	マンセル 彩度 C
No.1	G:R=10:0	8.6PB	2.6	11.3
No.2	G:R=9:1	7.6PB	2.5	11.1
No.3	G:R=8:2	6.9PB	2.4	11.2
No.4	G:R=7:3	6.3PB	2.3	11.2
No.5	G:R=6:4	5.9PB	2.2	11.4
No.6	G:R=5:5	5.6PB	2.1	11.5
No.7	G:R=4:6	5.4PB	2.1	11.8
No.8	G:R=3:7	5.3PB	2	11.9
No.9	G:R=2:8	5.3PB	1.8	12.2
No.10	G:R=1:9	5.4PB	1.7	12.7
No.11	G:R=0:10	5.6PB	1.6	13
標準の光C				
		3.3PB	3	10.7

試験色 No. 9

照明光	光束比 緑 (G), 赤 (R)	マンセル 色相 H	マンセル 明度 V	マンセル 彩度 C
No.1	G:R=10:0	5.2RP	2.9	9.7
No.2	G:R=9:1	7.9RP	3.4	11.3
No.3	G:R=8:2	9.7RP	3.8	12
No.4	G:R=7:3	1.3R	4.1	12.2
No.5	G:R=6:4	2.9R	4.4	12
No.6	G:R=5:5	4.3R	4.7	11.5
No.7	G:R=4:6	6.0R	5	10.9
No.8	G:R=3:7	7.8R	5.2	10.2
No.9	G:R=2:8	9.7R	5.4	9.5
No.10	G:R=1:9	2.2YR	5.7	8.8
No.11	G:R=0:10	4.9YR	5.9	8.2
標準の光C				
		5.0R	3.9	13.4

試験色 No. 10

照明光	光束比 緑 (G), 赤 (R)	マンセル 色相 H	マンセル 明度 V	マンセル 彩度 C
No.1	G:R=10:0	3.8GY	8.2	8.9
No.2	G:R=9:1	1.9GY	8.2	8.8
No.3	G:R=8:2	0.2GY	8.3	8.8
No.4	G:R=7:3	8.1Y	8.3	9
No.5	G:R=6:4	6.3Y	8.3	9.3
No.6	G:R=5:5	4.9Y	8.4	9.7
No.7	G:R=4:6	4.1Y	8.4	10.2
No.8	G:R=3:7	3.4Y	8.4	10.6
No.9	G:R=2:8	2.8Y	8.5	11
No.10	G:R=1:9	1.5Y	8.5	12
No.11	G:R=0:10	1.0Y	8.5	13
標準の光C				
		5.2Y	8	10.1

(表2)に示す通り、標準の光の下では、国際照明委員会出版物C I E Publication No. 13.3の4試験色のうち、No.9の試験色のマンセル色相は5.0R、黄色のマンセル色相は5.2Y、緑色のマンセル色相は4.8G、青色のマンセル色相は3.3PBである。

したがって、標準光の下では、4試験色の色相は、マンセル色相の10色相のうち、マンセル色相でRと称させる赤色領域、マンセル色相でYと称させる黄色領域、マンセル色相でGと称させる緑色領域、マンセル色相でPBと称させる青紫色領域のほぼ中央部に位置する。

さらに、標準光下では、C I E 1976  $\Delta E_{ab}^* = 1.2$ の色差でほとんどの人が色弁別できず、 $\Delta E_{ab}^* = 2.5$ の色差でたいていの人が色弁別できる。

したがって、マンセル色相の色弁別は約1単位強 (more about one unit ( $H = \Delta 1.0$ ))とみなすことができる。

したがって、国際照明委員会出版物C I E Publication No. 13.3のNo.9の試験色を赤色とほぼ知覚できる範囲は、マンセル色相で9RP~R~1YRであり、No.10の試験色を黄色とほぼ知覚できる範囲は、マンセル色相で9YR~Y~1GYであり、No.11の試験色を緑色とほぼ知覚できる範囲は、マンセル色相で9GY~G~1BGであり、No.12の試験色を青紫色とほぼ知覚できる範囲は、マンセル色相で9B~PB~1Pである。

各照明下で、上記(1)~(3)の計算ステップに基づいて得られた各試験色のマンセル色相が上述した範囲内にあれば、各試験色を、赤、黄、緑、青紫にほぼ知覚できるはずである。

次に、(表2)で算出された各照明光下での各試験色のマンセル色相値を図3に表示した。図3の黒四角は標準の光C光下での4試験色、すなわち色票自体の色、

●（黒丸）は、上述した4試験色を本来の色としてほぼ知覚できるマンセル色相の領域に入る各試験色の計算値、○（白丸）は●以外の各照明光下での各試験色の計算値を示す。

図3からわかるように、No. 9の試験色を、マンセル色相でRと称される赤色領域にほぼ演色する照明光は、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約8:2から2:8である。No. 10の試験色を、マンセル色相でYと称される黄色領域にほぼ演色する照明光は、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約8:2から0:10である。

No. 11の試験色を、マンセル色相でGと称される緑色領域にほぼ演色する照明光は、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約10:0から6:4である。

No. 12の試験色を、マンセル色相でPBと称される青紫色領域にほぼ演色する照明光は、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約10:0から0:10である。

したがって、No. 9の試験色が、マンセル色相でRと称される赤色領域にほぼ演色し、No. 10の試験色がマンセル色相でYと称される黄色領域にほぼ演色し、No. 11の試験色がマンセル色相でGと称される緑色領域にほぼ演色し、No. 12の試験色がマンセル色相でPBと称される青紫色領域にほぼ演色する照明光は、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約8:2から6:4である。

尚、本計算では、発光ピーク波長が530nm～560nmにある緑色蛍光体の代表として $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ の化学式で表される蛍光体を用い、発光ピーク波長が600nm～630nmにある赤色蛍光体の代表として $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ の化学式で表される蛍光体を使用した単色蛍光ランプの分光分布を用いたが、本計算結果は、そもそもそのような波長を有する両単色蛍光ランプを混光した照明光を用いて行った照明光の特性に

対する一般的な計算結果を示すので、したがって、上記以外の蛍光体を使用しても有効である。すなわち、発光ピーク波長が530nm～560nmにある緑色蛍光体と、600nm～630nmにある赤色蛍光体で主たる発光を得る蛍光ランプである。

ここで、(表3)に、上記混光計算により両蛍光ランプの光束比率を変化させて算出した種々の照明光の特性を示す。(表3)に順に照明光の番号、光束比、相関色温度、光色の色度点とCIE 1960 uv 色度図上で黒体軌跡からの色度偏差(以下 $\Delta uv$ と記す)、予測されるランプ効率を記す。

照明光の特性

【表3】

照明光	光束比 緑(G), 赤(R)	相関 色温度	$\Delta uv$	ランプ効率 (lm/W)
No.1	G:R=10:0	5726	0.076	130
No.2	G:R=9:1	4933	0.0554	125
No.3	G:R=8:2	4175	0.0356	119
No.4	G:R=7:3	3466	0.019	114
No.5	G:R=6:4	2852	0.0061	108
No.6	G:R=5:5	2366	-0.0031	103
No.7	G:R=4:6	2000	-0.0091	97
No.8	G:R=3:7	1725	-0.0131	92
No.9	G:R=2:8	1512	-0.0156	86
No.10	G:R=1:9	1341	-0.0172	81
No.11	G:R=0:10	*****	*****	75

この(表3)を用いて、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が8:2から6:4の各照明光についての、各照明光の相関色温度と、その光色の色度点のCIE 1960 uv 色度図上で黒体軌跡からの色度偏差( $\Delta uv$ )、及び、ランプ効率の内容を詳細に調べた。

緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が8:2の照明光は、相関色温度が4175 K、 $\Delta uv$ が+0.0356、ランプ効率が約120 lm/Wである。緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が7:3の照明光は、相関色温度が3466 K、 $\Delta uv$ が+0.0189、ランプ効率が約110 lm/Wである。

また、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が6:4の照明光は、相関色温度が2852 K、 $\Delta uv$ が+0.061、ランプ効率が約100 lm/Wである。

よって緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が6:4の照明光のランプ効率は、現行の40W直管の3波長域発光形蛍光ランプが持つランプ効率約90lm/Wに対して特に大きな優位性はみられない。

したがって、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約8:2から約7:3の照明光のときにランプ効率が高く、かつ、最低限度の演色性を有する蛍光ランプを作製することができる。

特に、これらの照明光の中で、緑色単色蛍光ランプの光量が最も多い、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプから発せられる光の光束比が約8:2の場合に最もランプ効率が高く、最低限度の演色性を有する蛍光ランプを作製することができる。

以上から、(表3)を参照し、かつ、蛍光体の種類によって照明光の特性が幾分かの幅を持つことを考慮して、本発明の照明光の相関色温度、及び、 $\Delta uv$ の領域を次のように決定した。

本発明の顕著な効果は、緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約 8 : 2 から約 7 : 3 の範囲にあるが、その周囲の 9 : 1 から 6 : 4 の範囲にもそれに準ずる効果が存在する。

そこで、光束比 7 : 3 と 6 : 4 の中間の相関色温度 3 1 5 0 K と黒体軌跡からの色度偏差 0. 0 1 3 と、光束比 9 : 1 と 8 : 2 の中間の相関色温度 4 5 5 0 K と黒体軌跡からの色度偏差 0. 0 4 5 の数値を範囲が狭い側に丸めたものを本発明とした。

すなわち、本発明の照明光、すなわち、蛍光ランプの相関色温度は約 3 2 0 0 K ~ 4 5 0 0 K であり、その光色の色度点は C I E 1960 uv 色度図上で黒体軌跡からの色度偏差は 0. 015 ~ 0. 045 となる。

なお、この範囲は前記図 3 の範囲において、2 と 3 の間と、4 と 5 の間に挟まれる色相に相当し、前述のごとくマンセル色相の色弁別域は約 1 単位 ( $\Delta H = 1. 0$ ) にそうとうすることから、上記範囲においてランプ種類と蛍光体の種類の製造上の幅を考慮しながら、本発明の効果を実現できる。

#### (蛍光ランプの第 1 の実態の形態)

以上の色彩計算による検討をふまえて、本発明の一実施例として作製した 4 0 W 直管蛍光ランプの分光分布を示す。

図 1 は  $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$  と  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$  の化学式で表される蛍光体を重量%で約 6 : 4 の割合で混合した蛍光ランプの分光分布である。

本蛍光ランプは、(表 3) の No. 3 の緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約 8 : 2 の照明光の分光分布とほぼ同等となるように作製した。

ランプ効率 は約 1 2 0 lm/W である。

つぎに、本発明の蛍光ランプが最低限の演色性を有しているかを確認するため



に観測実験を行った。

観測実験には、奥行き170cm、横150cm、高さ180cmの大きさで、天井面に本発明の蛍光ランプを設置した。

観測ブースの壁面はN8.5、床面はN5、机はN7であり、机の上に、国際照明委員会出版物C I E Publication No. 13.3の特殊演色評価用試験色のNo. 9, No. 10, No. 11, No. 12に準ずる赤色、黄色、緑色、青紫色色票を置いた。なお、観測に先だって、5分間の色順応を行った。

観測の結果、国際照明委員会出版物C I E Publication No. 13.3のNo. 9に準じた色票は赤色とほぼ知覚でき、No. 10に準じた色票は黄色とほぼ知覚でき、No. 11に準じた色票は緑色とほぼ知覚でき、No. 12に準じた色票は青紫色とほぼ知覚でき、最低限度の演色性を有していることを確認した。

さらに、上述した最低限度の演色性を有する蛍光ランプの特性の定量化方法の有用性を再度確認するために、図1に示す分光分布から上述した色彩計算に従って国際照明委員会出版物C I E Publication No. 13.3のNo. 9～No. 12の4試験色のマンセル値(HV/C)を算出した。計算された結果を(表4)に示す。

本発明の一実施例の蛍光ランプの色彩特性

【表4】

試験色	マンセル色相	マンセル明度	マンセル彩度
	H	V	C
No. 9	9.8RP	3.8	12
No. 10	0.1GY	8.3	8.8
No. 11	8.8G	5	5.8
No. 12	6.9PB	2.4	11.2

(表 2) で示す緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約 8 : 2 である No. 3 の照明光下での各試験色のマンセル値 (HV/C) を計算した結果と (表 4) に示す作製した蛍光ランプ光下での各試験色のマンセル値 (HV/C) を計算した結果はほぼ一致していた。

したがって、本計算方法によって最低限度の演色性を有する蛍光ランプの特性を実際に作製した蛍光ランプにおいても適用できる。

上記の図 1 に示す通り、実施例の一例を示したが、この他にも色々な蛍光体の組み合わせで作製できることは言うまでもない。

一例として、発光ピーク波長が 530nm から 560nm の緑色蛍光体とは、テルビウム、または、テルビウム・セリウム、または、テルビウム・ガドリニウム・セリウムを付活した希土類蛍光体があり、 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 0.2\text{SiO}_2 \cdot 0.9\text{P}_2\text{O}_5:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Tb}^{3+}$  や  $\text{GdMgB}_5\text{O}_{10}:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ 、 $(\text{La}, \text{Ce}, \text{Tb})_2\text{O}_3 \cdot 0.2\text{SiO}_2 \cdot 0.9\text{P}_2\text{O}_5$  等の化学式で表される。

発光ピーク波長が 600nm から 630nm の前記赤色蛍光体とは、ユーロピウムを付活した希土類蛍光体があり、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $(\text{Y}, \text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Pr}^{3+}$  等の化学式で表される。

さらに、発光ピーク波長が 530nm から 560nm の緑色蛍光体と発光ピーク波長が 600nm から 630nm の赤色蛍光体以外にピーク波長をもつ微少の蛍光体を添加させても請求項 1 を満足すれば、本発明の蛍光ランプとほぼ同等の特性を有する蛍光ランプを作製できることは言うまでもない。

なお、緑色蛍光体と赤色蛍光体を混合する重量%は、各蛍光体の発光効率、各蛍光体の粒径、重量、表面形状、さらには、蛍光ランプを作製するときに蛍光体を溶かす媒体、温度、乾燥条件等いろいろな条件で変化する。

3 波長域発光形蛍光ランプに一般に使用されている緑色蛍光体と赤色蛍光体に対しては、(表 3)のNo. 3、4の緑色単色蛍光ランプと赤色単色蛍光ランプの光束比が約 8 : 2 ~ 約 7 : 3 の照明光の特性とほぼ同等となる緑色蛍光体と赤色蛍光体との重量%比は 70 : 30 ~ 50 : 50 である。

また、本実施例では、40 W 直管で作成した蛍光ランプを示したが、ランプ出力 (W) が異なっても、蛍光ランプの形状が異なっても本発明の蛍光ランプは作成できることは言うまでもない。

なお、高周波点灯用で 32 W の直管形にすると ランプ効率の最も高い本発明の蛍光ランプを作製できる。

本発明の蛍光ランプは、最低限度の演色性を有し、高効率な蛍光ランプであるため、点灯がしやすいとか、高輝度放電ランプに比べて安価である等の多くのメリットも有する。

したがって、現在高輝度放電ランプが使用されている比較的経済性を重視する屋外照明用、特に、道路照明用、及び、トンネル照明用には適している。

また、さほど厳密な色の見えは必要とされないが、省エネや経済効率が優先される交通照明、街路照明、保安灯、残置灯、自動化工場の工場照明、人通りが少ない場の公共照明などの分野にも適用できる。

尚、図 4 に示すように、色度偏差  $\Delta u, v$  とは、光源の光色の色度点を  $S(u, v)$ 、この色度点  $S$  から黒体軌跡におろした垂線と黒体軌跡との交点を  $P(u_0, v_0)$  とするとき、CIE 1960uv 色度図上での色度点  $S$  と交点  $P$  との距離  $SP$  で定義する。

但し、色度点  $S$  が黒体軌跡より左上側 (緑がかった光色側) にある場合に色度偏差は正 ( $\Delta u, v > 0$ )、右下側 (赤がかった光色側) にある場合に色度偏差は負 ( $\Delta u, v < 0$ ) とした。

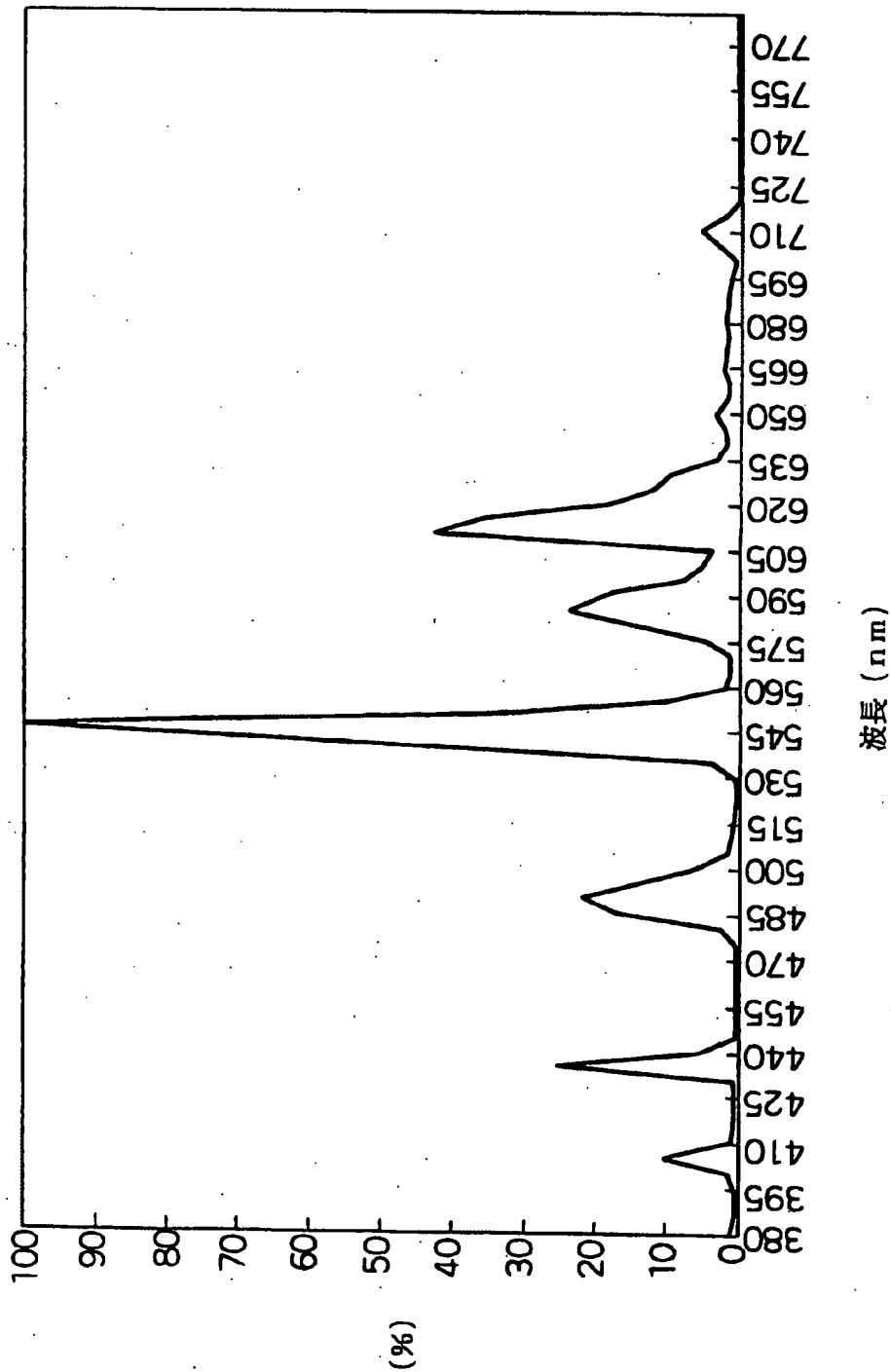
#### 産業上の利用可能性

以上のように本発明によれば、最低限度の演色性を有し、高効率な蛍光ランプを実現できる。

## 請 求 の 範 囲

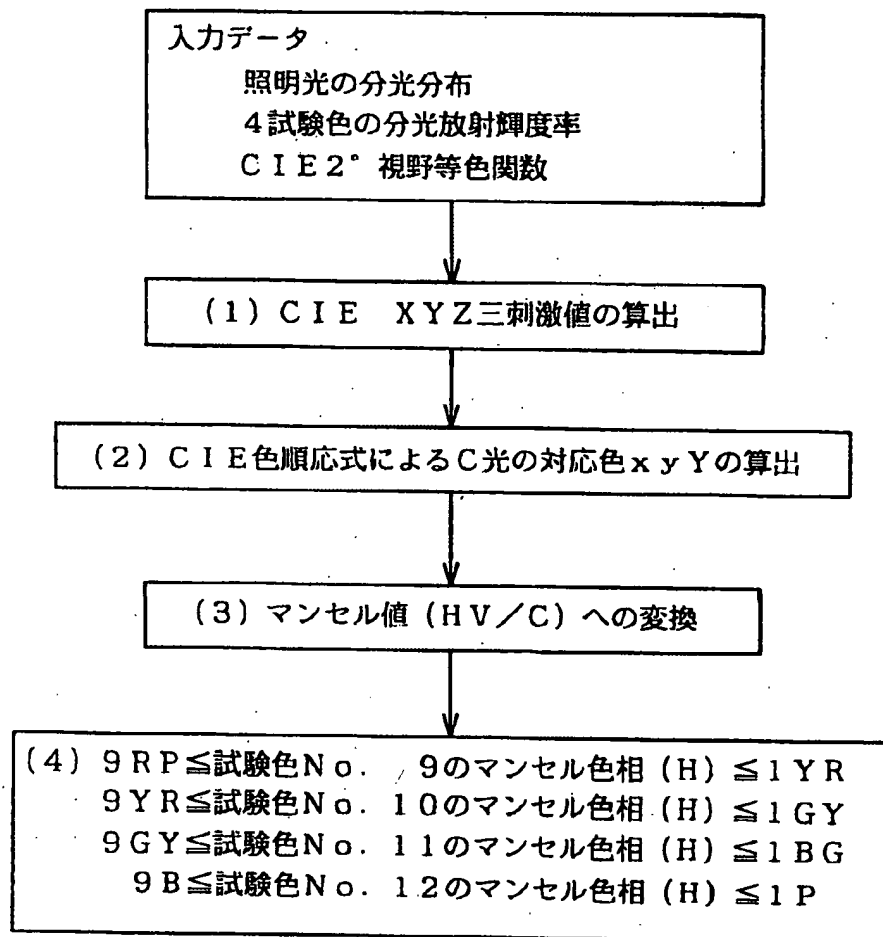
1. 発光ピーク波長が530nm～560nmにある緑色蛍光体と、600nm～630nmにある赤色蛍光体とによって主たる発光を得る蛍光ランプであって、前記蛍光ランプ光下で国際照明委員会出版物C I E Publication No.13.3 に規定されている特殊演色評価数計算用No. 9、No. 10、No. 11、No. 12の4試験色のマンセル色相が、それぞれ、赤、黄、緑、青紫に知覚できることを特徴とした蛍光ランプ。
2. 前記蛍光ランプの相関色温度は3 2 0 0 K～4 5 0 0 Kであり、その光色の色度点はC I E 1960 uv 色度図上で黒体軌跡からの色度偏差が0.015～0.045であることを特徴とした請求項1記載の蛍光ランプ。
3. 前記緑色蛍光体とは、テルビウム、または、テルビウム・セリウム、または、テルビウム・ガドリニウム・セリウムを、付活した希土類蛍光体であり、前記赤色蛍光体とは、ユーロピウムを付活した希土類蛍光体である請求項2記載の蛍光ランプ。
4. 前記蛍光体に占める前記緑色蛍光体と前記赤色蛍光体との重量%比が、70:30～50:50である請求項3記載の蛍光ランプ。
5. 前記蛍光ランプの用途が屋外照明用であることを特徴とした請求項1から4のいずれかに記載の蛍光ランプ。
6. 前記蛍光ランプの用途が道路照明用及びトンネル照明用であることを特徴とした請求項1から4のいずれかに記載の蛍光ランプ。

第1図

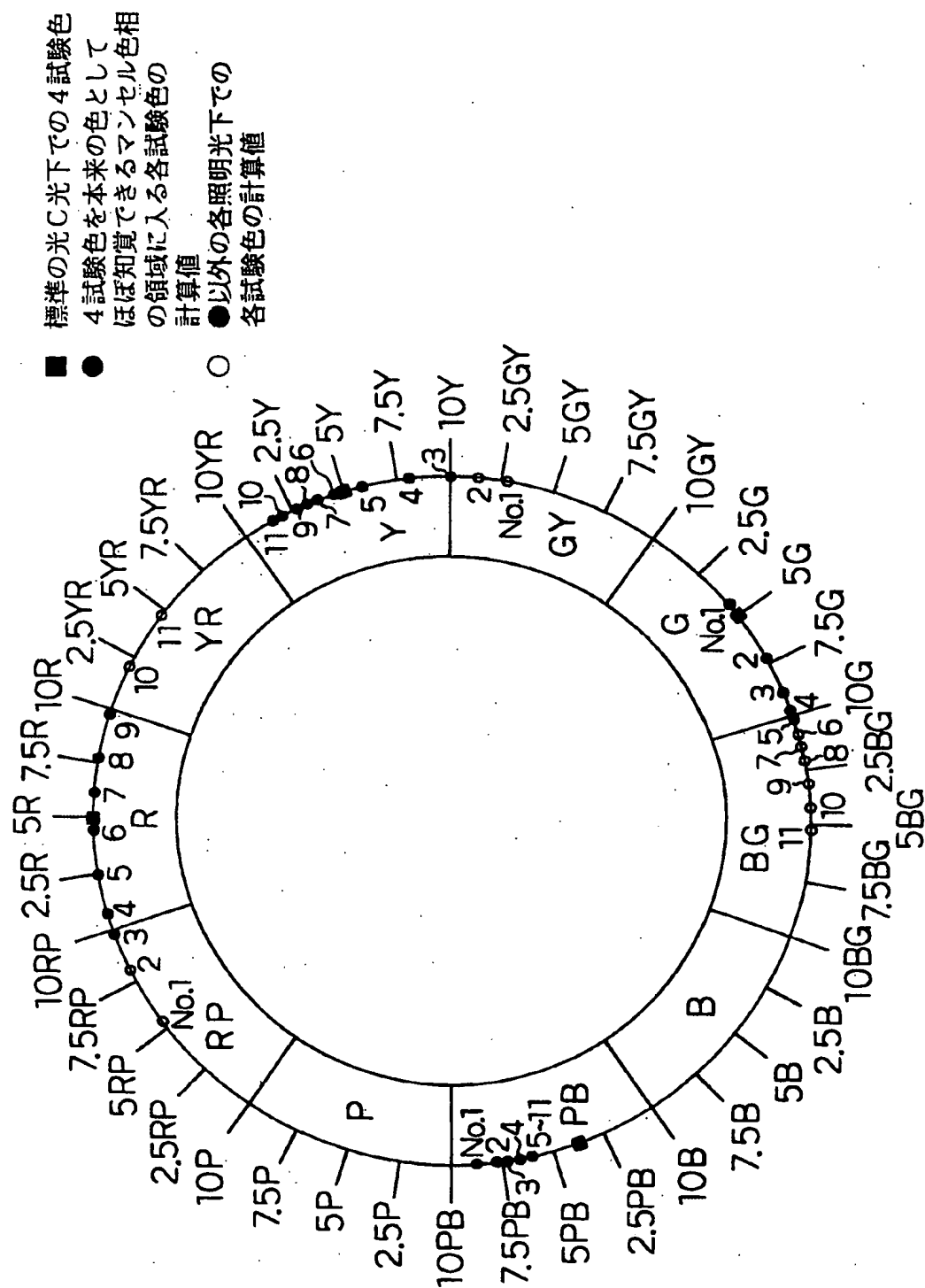


2/4

## 第2図



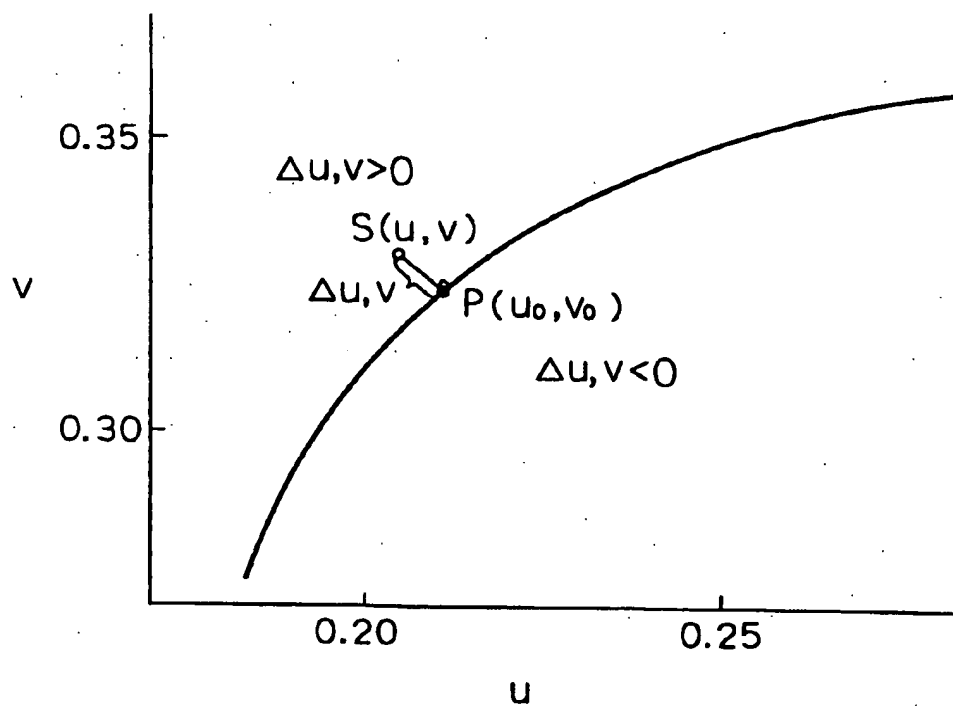
第3図





4/4

第4図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/00942

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>6</sup> H01J61/44		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>6</sup> H01J61/44		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO, 97/11480, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), March 27, 1997 (27. 03. 97), Claims 8, 9 ; page 17, lines 2 to 5	1-2
P, X	Claims 14, 15	3
P, X	Claim 3 & EP, 794556, A	5-6
P, A	JP, 10-21883, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), January 23, 1998 (23. 01. 98), Full text (Family: none)	1-6
E, A	JP, 10-112286, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), April 28, 1998 (28. 04. 98), Full text (Family: none)	1, 3-4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search July 2, 1998 (02. 07. 98)		Date of mailing of the international search report July 14, 1998 (14. 07. 98)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/00942

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	JP, 10-116589, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), May 6, 1998 (06. 05. 98), Full text (Family: none)	1-6
E, A	JP, 10-116592, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), May 6, 1998 (06. 05. 98), Full text (Family: none)	1-3
A	JP, 2-98035, A (Iwasaki Electric Co., Ltd.), April 10, 1990 (10. 04. 90), Page 3, upper right column, line 6 to lower left column, line 6, lower right column, lines 2 to 13 ; Figs. 2, 7 (Family: none)	1-4
A	JP, 64-2246, A (Matsushita Electronics Industry Corp.), January 6, 1989 (06. 01. 89), Page 3, upper left column, lines 8 to 19 (Family: none)	1-4
A	JP, 58-225552, A (Matsushita Electric Works, Ltd.), December 27, 1983 (27. 12. 83), Claim 1 ; page 2 ; Tables 1, 2 (Family: none)	1-3

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 98/00942

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>°</sup> H 01 J 61/44

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>°</sup> H 01 J 61/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1998年

日本国登録実用新案公報 1994-1998年

日本国実用新案登録公報 1996-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X P, X P, X	WO, 97/11480, A (松下電器産業株式会社) 27. 3月. 1997 (27. 03. 97) 請求項8、請求項9、明細書第17頁第2行目~第5行目 請求項14、請求項15 請求項3 & EP, 794556, A	1-2 3 5-6
P, A	JP, 10-21883, A (松下電器産業株式会社) 23. 1月. 1998 (23. 01. 98) 全文 (ファミリーなし)	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 07. 98

国際調査報告の発送日

14.07.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小川 浩史



2G

9114

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, A	J P, 10-112286, A (松下電器産業株式会社) 28. 4月. 1998 (28. 04. 98) 全文 (ファミリーなし)	1, 3-4
E, A	J P, 10-116589, A (松下電器産業株式会社) 6. 5月. 1998 (06. 05. 98) 全文 (ファミリーなし)	1-6
E, A	J P, 10-116592, A (松下電器産業株式会社) 6. 5月. 1998 (06. 05. 98) 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	J P, 2-98035, A (岩崎電気株式会社) 10. 4月. 1990 (10. 04. 90) 第3頁右上欄第6行目～左下欄第6行目、同頁右下欄第2行目～ 第13行目、第2図、第7図 (ファミリーなし)	1-4
A	J P, 64-2246, A (松下電子工業株式会社) 6. 1月. 1989 (06. 01. 89) 第3頁左上欄第8行目～第19行目 (ファミリーなし)	1-4
A	J P, 58-225552, A (松下電工株式会社) 27. 12月. 1983 (27. 12. 83) 請求項1、第2頁第1表、同頁第2表 (ファミリーなし)	1-3